

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

Návrh technologického postupu výroby součásti  
pro automobilový průmysl  
Proposal of New Production Process of Component  
for the Automotive Industry

Student: Bc. Josef Bartášek  
Vedoucí diplomové práce: Ing.et Ing.Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

Ostrava 2013

**Zadání bakalářské práce**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

**Zadání diplomové práce**

Student: **Bc. Josef Bartášek**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh technologického postupu výroby součásti pro automobilový průmysl**  
**Proposal of New Production Process of Component for the Automotive Industry**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky.
2. Popis stávajícího výrobního postupu.
3. Návrh racionalizace výrobního postupu.
4. Zhodnocení návrhu postupu.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 2. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.
- [3] ČEP, R.; BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2007. s. 251. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [4] SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.

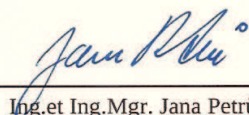
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.**


Konzultant diplomové práce: Josef Keprt

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013

  
Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

**Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

14.5.2013

Podpis studenta.....

Josef Bartášek

## Prohlašuji že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se úplně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/ 1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

14.5.2013

Podpis studenta.....

Josef Bartášek

Bartášek Josef

Jedlí 107

789 01 Jedlí

**Anotace diplomové práce**

BARTÁŠEK JOSEF. *Návrh technologického postupu výroby součásti pro automobilový průmysl*: diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Obrábění a montáže, 2011, 54s Vedoucí práce: Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá návrhem technologického postupu součásti s názvem Klíč 119 59, kdy materiálem je automatová ocel 11 109. Práce byla realizována ve Firmě Josef Keprt a řeší racionalizaci výroby na dlouhotočném CNC automatu. V práci je popsán samotný stroj KMX 626, kde se rozebírají technologické přednosti stroje, upínání nástrojů a standardní vybavení stroje. Dále je zde rozebráno měření zadané součásti a konečná povrchová úprava – žárové zinkování. V poslední části je vyhotoven nový technologický postup, kde jsou uvedeny nové řezné podmínky, které vedou k úspoře strojního času a tudíž i úspoře finančních nákladů. Ve zhodnocení nového technologického postupu je srovnání strojních časů a porovnání seřizovací doby stroje.

**ANOTATION OF THESIS**

BARTÁŠEK,JOSEF.Proposal of New Production Process of Component for the Automotive Industry, Bachelor Thesis. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2011, 54 p. Thesis head: Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.

This thesis deals with the technological process of components called Key 119 59, where the material is free-cutting steel 11 109. The work was carried out in the company Josef Keprt and solves the rationalization of production on HEADSTOCK CNC machine. The paper describes the machine itself KMX 626, we discuss its technological advantages, clamping tools and standard equipment of the machine. In the following section are described measurements and properties of the desired components and final surface adjustment called hot galvanizing. In the last part new technological process is drawned up. New cutting conditions lead to savings in machining time and thus saving labor costs. In the final conclusion new technological process is compared with old one, machinery times and compared to previous ones

## Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek.....	8
Úvod.....	9
1. Obecná charakteristika daného problému.....	10
1.1 Typologie výrobního procesu zadané součásti .....	10
1.2 Hromadná výroba .....	11
1.2.1 Průkopníci metod hromadné výroby.....	12
1.2.2 Průkopníci zavedení konceptů hromadné výroby do praxe.....	12
1.2.3 Souhrn konceptů hromadné výroby .....	13
1.2.4 Ekonomické důsledky .....	15
1.3 Firma Josef Keprt.....	17
1.3.1 Strojní vybavení firmy .....	17
1.3.2 Sortiment výroby .....	18
1.3.3 Zákazníci firmy.....	18
2. Popis stávajícího výrobního postupu .....	19
2.1 Materiál součásti .....	19
2.1.1 Chemické složení oceli ČSN 11 109 .....	20
2.2 Popis a charakteristika stroje KMX 626 .....	20
2.2.1 Technologické přednosti stroje KMX 626.....	21
2.2.2 Technické parametry a rozměry stroje.....	23
2.2.3 Standardní vybavení stroje.....	23
2.2.4 Programování CNC stroje.....	26
2.2.5 Upínání obrobků a nástrojů na stroji.....	28
2.3 Měření zadané součásti .....	31
2.3.1 Profilprojektor Mitutoyo PJ–A 3000 .....	31
2.3.2. Měřicí přípravky .....	33
2.4 Žárové zinkování součásti .....	33
2.4.1 Doba žárového zinkování .....	35

2.4.2 Úprava povrchu před zinkováním.....	36
2.4.3 Výhody žárového zinkování .....	37
2.4.4 Předpisy žárového zinkování .....	38
2.5 Stávající technologický postup .....	39
2.5.1 Použité nástroje.....	40
3. Návrh nového technologického postupu.....	42
3.1 Použité nástroje.....	44
3.2 Záznamová tabulka pro naměřená data .....	45
3.3 Seřizovací list nástrojů.....	46
4. Zhodnocení návrhu nového technologického postupu .....	47
4.1 Porovnání strojních časů jednoho kusu .....	47
4.2 Porovnání seřizovacích časů stroje .....	48
4.3 Porovnání počtu vyrobených kusů za směnu a čas výrobní dávky.....	48
4.4 Porovnání času výrobních dávek .....	49
Závěr .....	50
Použitá literatura .....	52
Seznam příloh .....	54

## Seznam použitých symbolů a zkratk

Zkratka nebo značka	Popis	jednotka
$a_p, a_{p \max}, a_{p \min}$	hloubka řezu, maximální hloubka řezu, minimální hloubka řezu	mm
CAD	Computer Aided Design – počítačová podpora konstruování	
CAM	Computer Aided Manufacturing – počítačová podpora výroby	
CIM	Chartered Institute of Marketing – kvalifikovaný institut marketingu	
CNC	Computerized Numerical Control – číslicové řízení počítačem	
$d_i$	Délka zkosení vyměnitelné břitové destičky	mm
$d_1$	průměr upínacího otvoru vyměnitelné břitové destičky	mm
$f_t, f_{t \min}, f_{t \max}$	posuv na otáčku, minimální posuv na otáčku, maximální posuv na otáčku	mm
HD	Hard Disc	
ISO	International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci	
L	délka vyměnitelné břitové destičky	mm
N	počet otáček vřetene	$\text{min}^{-1}$
$N_h$	Hodinové náklady stroje	Kč
$\emptyset$	průměr	mm
$P_1$	Počet směn výrobní dávky stávajícího technologického postupu	
$P_2$	Počet směn výrobní dávky nového technologického postupu	
$P_{k \text{ nov}}$	Počet kusů za směnu nového technologického postupu	
$P_{k \text{ stav}}$	Počet kusů za směnu nového technologického postupu	
$P_r$	Rozdíl doby výrobní dávky stávajícího a nového technol. postupu	h
$P_{\text{vd rok}}$	Počet výrobních dávek za rok	
R	Poloměr špičky vyměnitelné břitové destičky	mm
S	Šířka vyměnitelné břitové destičky	mm
$t_n, t_s, t_{\text{seř}}$	Čas obrábění jednoho kusu nové technol., Čas obrábění jednoho kusu stávající technol., seřizovací čas	min
$U_{\text{hvd}}$	Hodinová úspora nákladů nové výrobní dávky	Kč
$U_{\text{JV}}$	Úspora času jednoho obráběného kusu	min
$U_{\text{s rok}}$	Úspora seřizovacích nákladů za 1 rok	Kč
$U_{\text{vd}}$	Úspora seřizovacích nákladů na 1 výrobní dávku	Kč
VBD	Výměnná břitová destička	
$v_c$	řezná rychlost	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$



## Úvod

Současný svět strojírenské technologie zvyšuje požadavky na produktivitu práce, kvalitu výroby a na umění pružně reagovat na změnu různých poptávek trhu. V důsledku těchto požadavků se zvyšuje podíl automatizace ve výrobě, proto je potřeba změnit přístup k technické přípravě výroby. Automatizace a řízení strojů za použití PC a příslušných CAD/CAM softwarů zvyšuje technickou hodnotu práce. Zavedením číslicově řízených strojů do výroby přináší nejen zvýšení kultury a produktivity práce, ale i zavedení opakované přesnosti, dále pak možnost obrábění tvarově složitějších součástí, které mnohdy nelze na konvenčních strojích obrobit. Těmito stroji je již vybaven téměř každý podnik.

Když zabrousíme do historie CNC strojů, tak první programovatelné stroje označované jako NC stroje, byly řízeny programem, který byl zapsán na děrné pásce. Postupem času byly NC stroje vybavovány výpočetní technikou v podobě různých řídicích systémů, což vedlo ke vzniku prvních CNC strojů. Výpočetní technika podstatně urychlila a zjednodušila řízení stroje, jeho programování a následné archivování dat pro jejich opakované použití. Konstrukce výrobních obráběcích strojů jsou přizpůsobovány požadavkům na obrábění. V dnešním světě se využívají moderní technologie a nové progresivní materiály nástrojů, které umožňují obrábět za mnohem lepších podmínek, což vede ke spokojenosti zákazníka. Programově řízené obráběcí stroje zvládnou oproti konvenčním obráběcím strojům daleko více technologických operací, dále pak u programově řízených strojů dochází k úspoře výrobního času, počtu pracovníků a výrobních ploch.

Diplomová práce je zpracována na téma „Návrh technologického postupu výroby součástí pro automobilový průmysl“ – cílem práce je tedy racionalizace stávajícího technologického postupu součástky s názvem Klíč 11 109. Práce bude zpracována v podmínkách firmy Josef Kepřt, jejíž hlavní výrobní program se specializuje na obrábění na dlouhotočných CNC automatech. Prakticky bude řešená problematika obrábění na dlouhotočném CNC Manhurin KMX 626 a dále bude řešena možná úspora strojního času a tudíž úspora finančních nákladů.

## 1. Obecná charakteristika daného problému

Diplomová práce je zpracovávána ve firmě Josef Keprt, která se zabývá CNC obráběním. V diplomové práci se řeší návrh nového technologického postupu součásti, která má název Klíč 119 59 a jedná se o zakázkovou výrobu pro firmu FAB s.r.o., kde výrobní dávka je 10 000 kusů za měsíc. Materiálem součásti je automatová ocel 11 109 a Klíč se v konečné fázi posílá na povrchovou úpravu zvanou žárové zinkování. Součást s názvem Klíč se používá pro různé typy zámků v automobilovém nebo ve stavebním průmyslu.

Výrobní proces ve firmě Josef Keprt, kde je hlavní výrobní program obrábění na dlouhotočných CNC automatech, lze považovat za hromadnou výrobu, jelikož se zde vyrábí jeden druh výrobků. Jedná se o různé typy drobných součástí s tyčového materiálu, jako jsou různé hřídele, čepy, kolíky, nenormalizované šrouby a matice a jiné součásti. Zadaná součást s názvem Klíč se vyrábí ve výrobní dávce 10 000 kusů za jeden měsíc, za jednu směnu se vyrobí průměrně 420 ks, tato dávka se ve dvou směnách provozu zhotoví přibližně za 24 směn, což je dva a půl pracovního týdne.

### 1.1 Typologie výrobního procesu zadané součásti

Každý konkrétní produkční proces se odlišuje mnoha znaky od ostatních, ale některé tyto znaky jsou pro různé procesy společné a umožňují využívat podobných nástrojů, metod, způsobů a řízení. Nejdůležitějšími charakteristikami pro řízení výrobních procesů jsou tyto: typ výroby, charakter technologie a forma organizace, přetržitost výrobního procesu, [1] [3] [4]

Typ výroby lze rozdělit podle tří základních atributů:

- počtu kusů výrobků vyráběných od jednoho druhu,
- opakovanosti výrobního procesu,
- počtu vyráběných druhů [1] [3] [4]

**Podle těchto tří základních atributů lze rozdělit výrobu na:**

- **hromadnou výrobu** – vyrábí se malý počet druhů ale velké množství kusů výrobku. Výrobní proces se opakuje a dochází zde k relativně dlouhodobé ustálenosti výroby. Druhovát výroba je speciální případ hromadné výroby, kdy se vyrábí více variant jednoho hromadně vyráběného výrobku. [1] [3] [4]
- **sériovou výrobu** – výroba stejných druhů výrobků se opakuje v tzv. sériích. Výroba série se opakuje s větší či menší pravidelností. Podle velikosti série se rozděluje na malosériovou, středněsériovou, velkosériovou. [1] [3] [4]
- **kusovou výrobu** – výroba omezeného množství výrobků jednoho druhu. Průběh výroby se opakuje nepravidelně nebo vůbec. V závislosti na velikosti zakázky a podniku je nutno vyrábět větší počet druhů. [1] [3] [4]

**Typ výroby ovlivňuje mnoho hledisek:**

- forma organizace výrobních procesů a uplatňované systémy řízení
- požadavky na výrobní zařízení
- prostorové rozmístění výrobního zařízení
- požadavky na kvalifikaci pracovní síly
- podrobnost zpracování výrobní dokumentace [1] [3] [4]

**1.2 Hromadná výroba**

V hromadné výrobě se nejvýrazněji projevují charakteristiky produkčních systémů. Termínem hromadná výroba označujeme výrobní proces, v němž dosahujeme vysoké rychlosti výstupů za nízké jednotkové ceny, přičemž s růstem objemu výroby se očekává snížení nákladů. Metody hromadné výroby jsou založeny na dvou obecných principech rozdělení a specializace lidské práce, a použití strojů, nástrojů a jiného zařízení, obvykle automatizovaného. [2] [3]

### 1.2.1 Průkopníci metod hromadné výroby

Frederick W. Taylor v roce 1881 ve firmě Maidvale Steel Company ve Spojených státech začal studovat organizaci výrobních operací a položil tak základy modernímu plánování výroby. Po pečlivém prostudování těch nejjednodušších částí jednoduchých úkonů, jako jsou házení suchých materiálů lopatou, mohl Taylor navrhnout takové nástroje a metody, které zvyšovaly výkonnost pracovníků a snižovaly namáhavost práce. Později, s pomocí stopek v podrobných měření času potřebného k provádění jednotlivých kroků, zavedl Taylor do organizace procesu kvantitativní přístup. [2] [3]

Frank B. Gilbreth a jeho žena Lillian, průmysloví inženýři z USA v tu samou dobu zahájili, průkopnické studie pohybů, které lidé provádějí při výkonu práce. S použitím technologie filmu, která byla tehdy nová Gilbrethovi analyzovali typické pracovní oblasti a pohyby s cílem dosáhnout maximálního ekonomického výkonu. Studie času a pohybu, Taylora a Gilbrethových se staly základními nástroji pro návrh současných výrobních systémů. [2] [3]

### 1.2.2 Průkopníci zavedení konceptů hromadné výroby do praxe

Velkou zásluhu za spojení těchto konceptů do soudržného celku a zavedení moderního systému hromadné výroby, má americký průmyslník Henry Ford a jeho kolegové z Ford Motor Company, kde byla v roce 1913 zavedena do výroby pásová výroba setrvačkových magnet. Pomocí pásové výroby se podařilo zkrátit čas montáže jednoho magnetu z 18 na 5 minut. Tento přístup byl po sléze použit pro montáž motoru a karosérie. Návrh těchto výrobních linek byl založen na pečlivé analýze, jejímž cílem bylo optimální rozdělení úkolů mezi pracovními stanicemi, optimální rychlost linky a v neposlední řadě pečlivá synchronizace souběžných operací. [2] [3]

Úspěch Fordova provozu vedl k přijetí principů hromadné výroby jak v americkém tak i v evropském průmyslu. Tato metoda přispěla významně k výraznému růstu produktivity výroby, která je charakteristická pro 20. století. Toto vedlo k neuvěřitelným změnám v hmotném bohatství a zvýšení životní úrovně v průmyslově vyspělých zemích. [2] [3]

### 1.2.3 Souhrn konceptů hromadné výroby

Účinnost hromadné výroby vyplývá z pečlivé a systematické aplikace konceptů průkopníků hromadné výroby. V následujícím souhrnu jsou uvedeny základní principy hromadné výroby: [2] [3]

Důsledné rozdělení celé výrobní operace na specializované úkoly, které se skládají z relativně jednoduchých a opakovaných pohybů a minimální manipulace se zpracovávaným dílem. To umožňuje vypracovat model pohybů, které se dají snadno naučit a rychle vykonávat s minimem potřebných pohybů. [2] [3]

- Zjednodušení a standardizace dílčích součástí, které umožňuje výrobu ve velkém součastí, které mohou být bez dalších úprav smontovány s jinými součástmi. Aplikace dalších standardů (např. rozměrové tolerance, typy materiálů, kapacita skladu, balící materiál a běžné spojovací části) na všechny části výrobku dále zvyšuje dosažitelnou ekonomičnost výroby. [2] [3]
- Vývoj a použití specializovaných strojů, nástrojů, materiálů a postupů. Volba materiálů a vývoj strojů a nástrojů pro každou operaci minimalizuje požadovanou námahu lidí, maximalizuje výstup na jednotku kapitálových investic, snižuje materiálové náklady a snižuje počet nestandardních výrobků. [2] [3]
- Systematické plánování a řízení celého výrobního procesu umožňuje dosáhnout ideální rovnováhy mezi prací lidí a strojů. Tato rovnováha umožňuje nejefektivnější rozdělení práce a specializované kvalifikace a celkovou integraci výrobního systému zaměřenou na optimalizaci produktivity a minimalizaci nákladů. [2] [3]

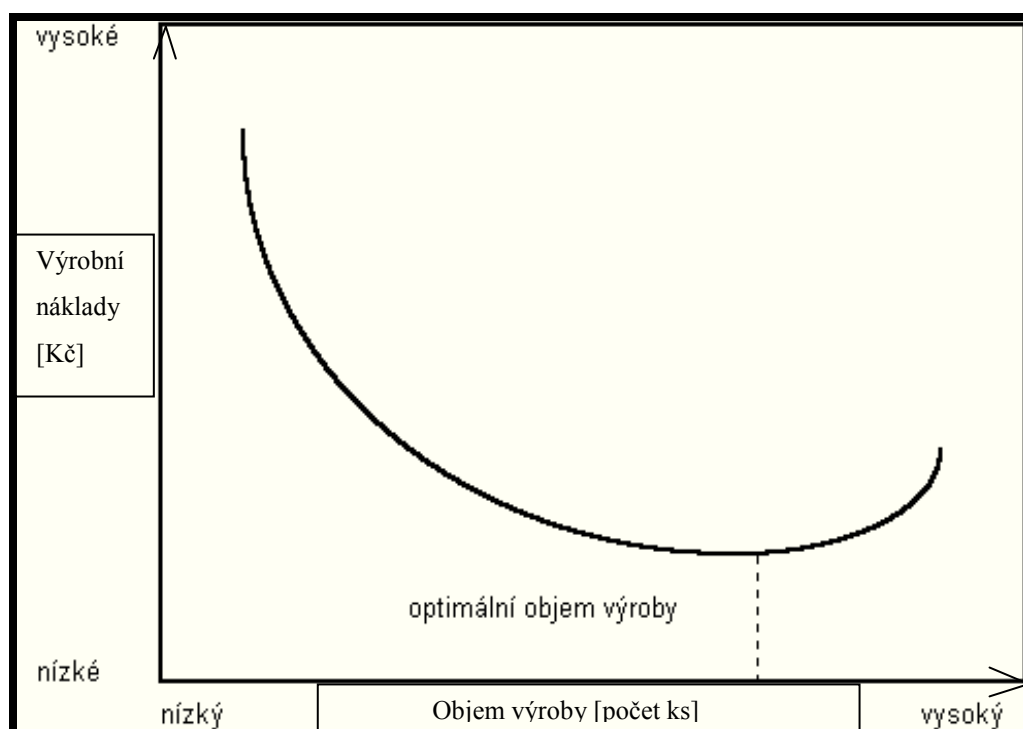
Zapotřebí je důkladného, kvalifikovaného inženýrského a manažerského přístupu k dosažení maxima výhod, které nabízí aplikace těchto principů. Suroviny a dílčí části musí být přizpůsobené výrobě a manipulaci v hromadné výrobě. Celý výrobní proces musí být podrobně naplánován, a to včetně materiálových a informačních toků v systému. Je třeba odhadnout objem výroby, protože volba technologie závisí na objemu výroby a na předpokládaných krátkodobých změnách požadavků. [2] [3]

1. Objem výroby musí být dostatečně velký proto, aby bylo možné rozdělit úkol na části a přiřadit je různým jednotlivcům.
2. Objem výroby musí být dostatečně velký proto, aby byly účelné značné investice, které jsou často nutné pro pořízení specializovaných strojů a zavedení specializovaných postupů.
3. Objem výroby musí být dostatečně velký proto, aby bylo možné vyrábět ve velkých sériích a byla tak efektivně využita lidská práce i kapitál. [2] [3]

Potřeba podrobného předběžného plánování je nad rámec samotného výrobního systému. Nepřetržitý a velký tok výrobků z továrny vyžaduje stejně precizně plánované marketingové a distribuční postupy, které přinášejí výrobek ke spotřebiteli. Reklama, doprava, průzkum trhu, povolení a tarify, toto všechno je třeba vzít v úvahu při zahajování hromadné výroby. Plánování hromadné výroby zahrnuje úplný plán systému od surovin až ke spotřebiteli. [2] [3]

Použití principů hromadné výroby vedlo nejenom ke snížení nákladů ale i k výraznému zlepšení standardizace a kvality. Velké objemy, standardizovaná konstrukce a standardizované postupy a materiály, umožňují používat pro monitorování výroby a kontrolu kvality statistických metod. Tak lze zajistit dosažení kvality výrobků, přičemž nevznikají vysoké náklady, které jsou nutné při podrobné kontrole všech výrobků. [2] [3]

Výrobní linka je obvykle projektována tak, aby byla nejefektivnější při určitém objemu výroby (obr.č. 2.15). když je požadovaný objem výroby nižší než tato úroveň, nejsou stroje a jejich operátoři dostatečně využiti a když dojde ke zvýšení objemu, musejí operátoři pracovat přesčas a v důsledku tohoto se neprovádí dostatečná údržba strojů, dochází k poruchám a výrobní náklady rostou. Je tedy velmi důležité přesně předvídat poptávku. Důležitou činností manažerského a inženýrského projektování je plánování, které může zmenšit problémy spojené s vyšší poptávkou tak, že se zařízení, jejichž objednání a instalace by vyžadovaly nejvíce času, vybudují s nadbytečnou kapacitou. Pak je možné při růstu výroby snadněji přizpůsobit systém zvýšení výroby. Pokud se nelze vyhnout velkým změnám požadavků, musí být systém plánován tak, aby byl dostatečně pružný a přizpůsobitelný změnám. [2] [3]



Obr. č 2.15. Křivka závislosti jednotkových nákladů na objemu výroby [3]

Funkční vztah zobrazený na obrázku č. 2.15 platí obecně pro úspory vznikající při hromadné výrobě. V libovolném stádiu technologického vývoje jsou úspory dosahované zvýšením objemu výroby největší v počátečních etapách růstu a jsou snižovány s dalším růstem objemu výroby. Pokud objem výroby příliš vzroste, mohou vést k růstu nákladů nevyhnutelné poruchy zařízení, poruchy koordinace nebo jiné strategické faktory. Technologický pokrok může posunout bod optima směrem k vyšším objemům výroby. Z těchto důvodů mohou plánovači omezit maximální velikost jediného závodu a pokud je nutné zvýšení výroby musí vybudovat nový závod. [2] [3]

#### 1.2.4 Ekonomické důsledky

Hromadná výroba, která je značně závislá na mechanizovaných zařízeních a vysokých objemech výroby. Byl popsán význam důkladného plánování a koordinovaného řízení značných lidských a kapitálových zdrojů, které jsou spojeny s hromadnou výrobou. Značně rozsáhlé jsou i problémy spojené s každodenním monitorováním stavu velkých průmyslových komplexů. Znalost aktuálního stavu je podstatná pro to, aby bylo možné efektivně reagovat na takové situace, jako je nedostatek potřebných materiálů nebo součástí, porucha stroje, nebo absence důležitého zaměstnance. Pro sběr dat, jejich analýzu a prezentaci alternativ, mezi kterými se má vedení rozhodnout, byly vyvinuty četné pomůcky. Počítač se schopností sběru, analýz a srovnávání dat je stále důležitějším

nástrojem manažera jak při počátečním plánování a simulaci výrobních kapacit, tak v počítačem řízené výrobě a správě zdrojů. Rostoucí používání střediskových i osobních počítačů jako nástrojů podnikání ve skutečnosti rychle transformuje řízení hromadných výrobních operací v samostatnou kvantitativní disciplínu. [2] [3]

Pro další aplikace principů hromadné výroby je potřeba velkých investic. Velká část vzrůstu produktivity docíleného hromadnou výrobou je přímým důsledkem rozvoje a použití automatických strojů a procesů, doplňovaných lidskou prací. Toto na druhé straně vyžaduje podporu početného technického personálu před zahájením výroby a pak značně vysoké kapitálové investice do výrobních zařízení. Z hlediska rostoucí potřeby kapitálu, který musí být zajištěn třeba už několik let před zahájením výroby a před vznikem skutečných trhů pro výrobky, se výrazně zvyšuje riziko, které podstupují investoři, a výrazně ovlivňuje klima pro investice v průmyslovém sektoru. [2] [3]

S rostoucími kapitálovými nároky se dramaticky změnila podstata průmyslového vlastnictví a investic. Úspory vyplývající z velkých objemů výroby jsou nejvýraznější při výrobě ve velkých objemech, které často nejsou v možnostech jediného vlastníka. To se stalo hlavním stimulem korporativního vlastnictví velkých průmyslových firem. Vytvořilo se nové spektrum vztahů mezi vlastníky, manažery a zaměstnanci velkých průmyslových podniků. Vlastníci se často nejvíce zajímají o zisky plynoucí z jejich investic a plánování, a řízení přenechávají profesionálním manažerům. [2] [3]

Při určování obecných směrů rozvoje průmyslu se také stávají velice důležitými finanční trhy. Tohle všechno zdůrazňuje význam ziskovosti jako motivace pro soukromé investory, kteří jsou životně důležití pro růst produktivity umožněný hromadnou výrobou. [2] [3]

Pokud má národní průmysl růst a úspěšně konkurovat na mezinárodních trzích, je důležité, aby si vyspělé země udržely a reinvestovaly značnou část svého hrubého národního produktu. Problémy akumulace kapitálu jsou zvláště složité při zavádění hromadných výrob v rozvojových zemích. Zjevnými důsledky hromadné výroby se stalo zvýšení spotřeby vyvolané výrobou za nízké ceny, které vytvořilo problémy zachování přírodních zdrojů a ukládání nebo přeměna odpadů a výrobků, jejichž životnost skončila. Pokud jde o pevné odpady, znečištění vody a vzduchu, technologická řešení sice existují, ale je obtížné vyřešit politické a ekonomické problémy spojené se sdílením nákladů. [2] [3]



### 1.3 Firma Josef Keprt

Firma vznikla v roce 1994 a sídlí ve Václavově u Zábřehu na Moravě, kde jsou soustředěny výrobní kapacity. Firma se zabývá se obráběním na CNC a konvenčních strojích, dále se zabývá lisování technické pryže – výroba silentbloků (AVIA,LIAZ,IVECO,..). Firma zaměstnává 11 zaměstnanců, jedná se tedy o malou firmu.

[5][6]

#### Dosažené certifikáty

- Od května 2006 je firma držitelem certifikátu dle normy ČSN EN ISO 9001:2001.
- Dne 13.7. 2010 proběhla úspěšná recertifikace firmy dle normy ČSN EN ISO 9001:2009.
- Dne 15.6.2012 byla provedena recertifikace firmy dle normy ČSN EN ISO 9001:2009.

[5]

#### 1.3.1 Strojní vybavení firmy

- CNC dlouhotočný automat KMX 413 (Tajmac zps)
- CNC dlouhotočný automat KMX 626 (Tajmac zps)
- CNC dlouhotočný automat Hawha XD20H
- Soustruh SPRY 25
- Rovinná frézka
- Hrotový soustruh
- Stojanová vrtačka
- Bruska bezhrotá
- Bruska rovinná
- Klikový lis
- Vulkanizační lisy
- Měřicí profil projektor Mitutoyo PJ-A3000

[5]

### 1.3.2 Sortiment výroby

Ve firmě Josef Keprt se zabývají CNC soustružením na dlouhotočných CNC soustruzích, kde se obrábí drobné složitější součásti do  $\varnothing$  32 mm, kde se dá obrábět poháněnými nástroji v osách X a Y. Tyto CNC soustruhy mají dvě vřetena a jsou vybaveny kleštinovým upínáním, součástí soustruhů je také plně automatický podavač tyčí. Další výrobou, kterou se zabývá firma, je klasické obrábění na konvenčních strojích (soustružení, frézování, broušení), dále se zde vyrábějí silentbloky, kde dochází ke spojení kovu a technické pryže pomocí vulkanizačních lisů. Formy a kovové části pro toto lisování si firma vyrábí sama na konvenčních strojích.

[5][6]



Obr. č. 1.1 Ukázka výrobků na dlouhotočných automatech firmy Josef Keprt [5]

### 1.3.3 Zákazníci firmy

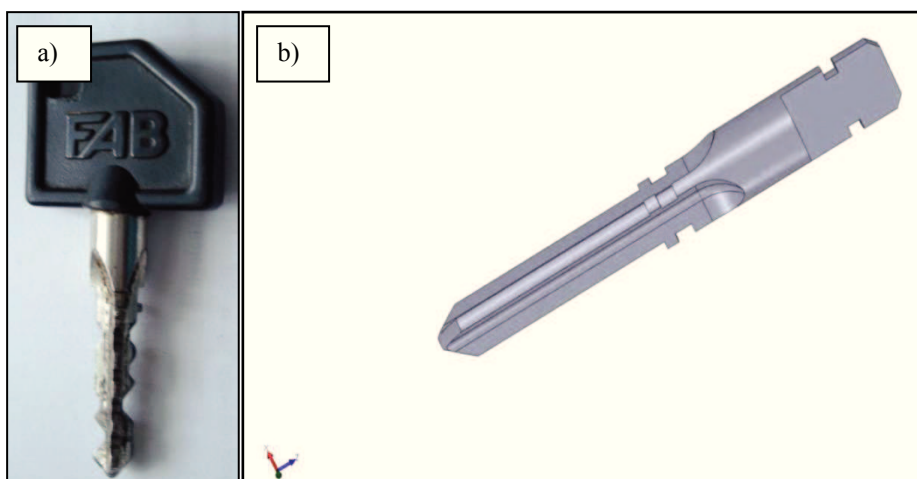
Hlavními zákazníky jsou firmy z automobilového a elektroprůmyslu ale i zbrojního průmyslu:

- OEZ Letohrad
- Kia Česká republika
- Česká Zbrojovka a.s.
- Isotra s.r.o.
- FAB s.r.o.
- APATOR – METRA s.r.o.

[5]

## 2. Popis stávajícího výrobního postupu

Stávající technologie výroby součásti s názvem Klíč 119 59 se realizuje na dlouhotočném CNC soustruhu Manhurin KMX 626 od firmy Tajmac – ZPS a.s a automatickém podavači tyčí IEMCA – BOSS 332. Kontrola rozměrů probíhá pomocí posuvného měřítka, profil projektoru Mitutoyo PJ-A3000 a pomocí měřících přípravků. Následně se součást po kontrole rozměrů posílá na povrchovou úpravu, kterou je žárové zinkování. Poslední fázi si realizuje firma FAB sama, kdy se na Klíč 119 59 frézuje charakteristický reliéf přímo pro protikus vložky zámku a dále se pomocí technologie vstřikování plastů dokončuje součást zalitím konce ocelového těla Klíče, kdy se vytvoří hlava Klíče s nápisem FAB.



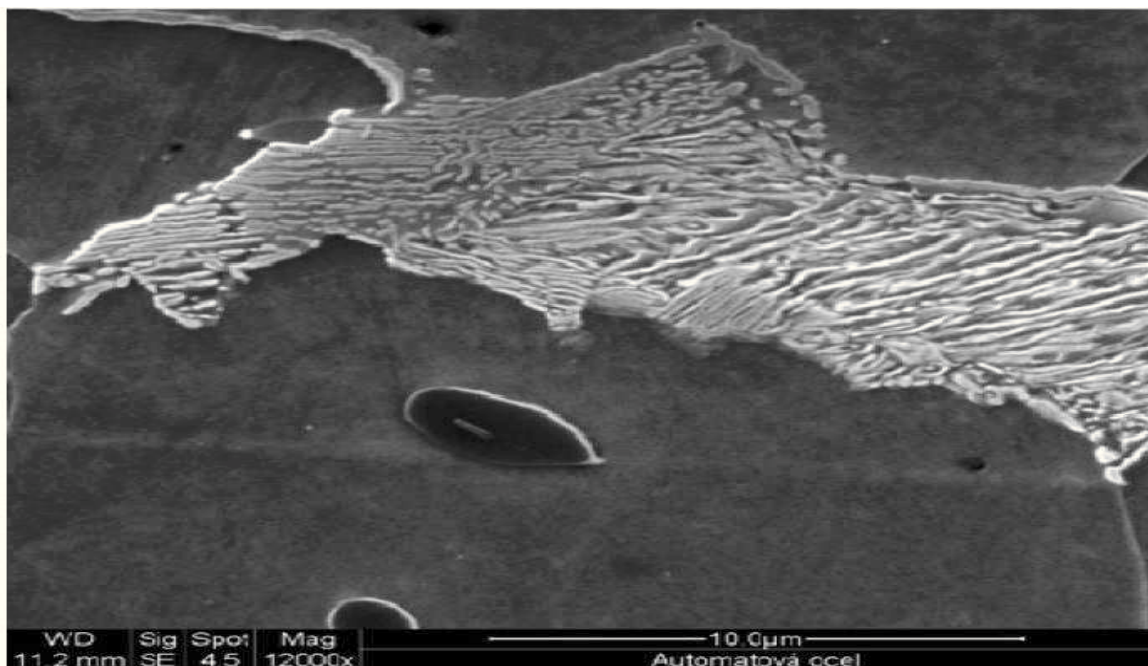
Obr.č 2.1 Součást s názvem klíč a) kompletně hotový klíč  
b) model obrobené součásti vytvořený v softwaru Solid Works

### 2.1 Materiál součásti

Materiálem zadané součásti je takzvaná automatová ocel, která má označení podle ČSN 11 109 a ekvivalentem podle EN je 11SMn30. Polotovarem je tyč kruhového průřezu o průměru 8 mm a délce 3000 mm ČSN 42 6510.12.

Automatové oceli (11 109, 11 110, 11 120, 11 121, 11 140), jsou oceli obsahující až 0,2 % S. Síra je vázána zvýšeným obsahem manganu (kolem 1%) na MnS. Tyto oceli dosahují dobré obrobitelnosti s kvalitním povrchem při velké řezné rychlosti a snadné lámavosti třísky. Dodávají se v tyčích tažených za studena. Vysoko výkonná automatová ocel se používá na součásti v automobilovém průmyslu a stavbě přístrojů a je možno ji cementovat. [7]

- příklad struktury automatové oceli je uveden na obr. č. 2.2



Obr. č.2.2 příklad struktury automatové oceli[8]

### 2.1.1 Chemické složení oceli ČSN 11 109

Značka	Chemické složení v %					
	C	Mn	Si max.	P max.	S	Jiné
11 109	max. 0,13	0.9 - 1,50	0,4	0,1	0,21 - 0,32	Ti 0.32 - 0,4

Tabulka č. 2.1 příklad struktury automatové oceli ČSN 11 109[7]

## 2.2 Popis a charakteristika stroje KMX 626

CNC dlouhotočný automat KMX 626 je určen k automatickému, vysoce produktivnímu a komplexnímu obrábění složitých součástí z tyčového materiálu až do  $\varnothing 32$  mm a je vhodný pro výrobu dlouhých hřídelí malého průměru. Stroj je osazen řídicími systémy a pohony od firmy Fanuc a umožňuje ovládat 4, 5 respektive 6 nezávislých lineárních os. Posuvný vřeteník se zdvihem až 410 mm umožňuje obrobít na jeden zdvih mnohem delší dílce než běžné dlouhotočné automaty. Originální konstrukce stroje tak získává pro výrobu velmi významnou konkurenční výhodu. KMX 626 je ideální řešení pro výrobu součástí s požadavkem na vysokou produktivitu. [9] [10]



Obr. č. 2.3 CNC dlouhotočný automat Manhurin KMX 626 [9]

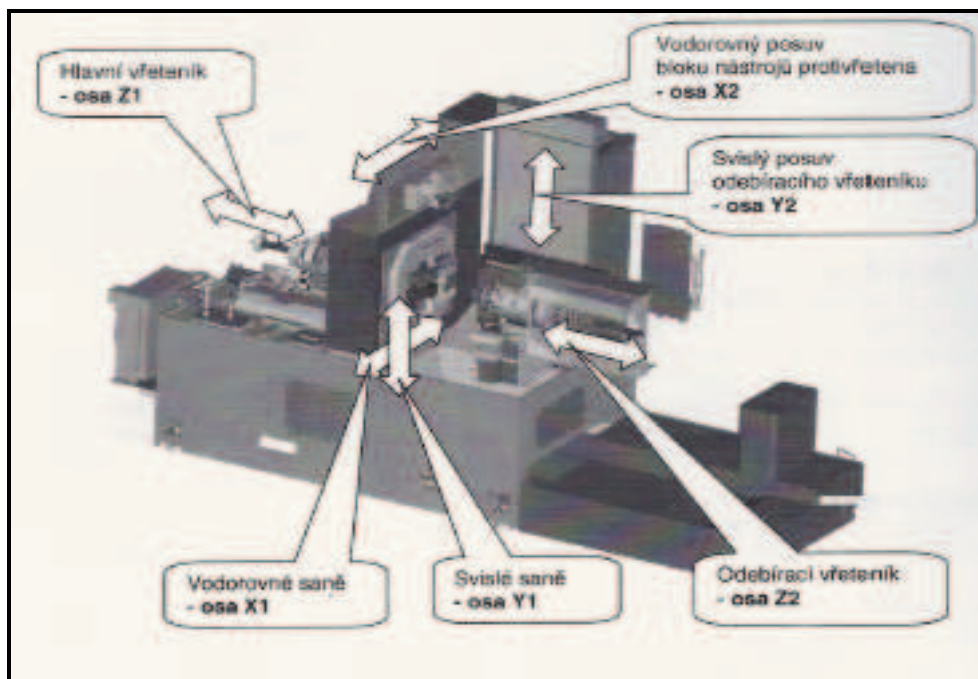
Stroj je vybaven dvěma elektrovřeteny s maximálními otáčkami 8 200 rpm a rotačním vodícím pouzdem, které je synchronizováno s hlavním vřetenem. Dále je vybaven šesti lineárními CNC osami (X1, Y1, X2, Y2, Z1, Z2) a dvěma rotační CNC osami (C1, C2) Velkou výhodou stroje je paralelní soustružení nebo frézování dvěma nástroji současně. [9] [10]

### 2.2.1 Technologické přednosti stroje KMX 626

Stroj KMX 626 je CNC dlouhotočný automat, to znamená soustruh s posuvným vřeteníkem, vodícím pouzdem a posuvným odebíracím vřeteníkem. Hlavní předností tohoto stroje je obrábění zejména dlouhých hřídelí malého průměru. [9] [10]

Běžné CNC soustruhy lze úspěšně a hospodárně použít pro obrábění součástí délky asi do trojnásobku vlastního průměru. Při větších délkách je nutné použít opěrný hrot, případně je nutné obrábět posuvným soustružením na několik třísek, tímto se prodlužuje čas obrábění a v důsledku toho rostou náklady na výrobu součástí. Při větších délkách součástí se ztrácí rozměrová i geometrická přesnost. Tyto nedostatky odstraňuje CNC dlouhotočný automat. [9] [10]





Obr. č. 2.4 popis řízených os stroje KMX 426 [9]

Základním rysem a výhodou CNC dlouhotočných automatů je konstantní vzdálenost břitu nástroje od čela vodícího pouzdra v ose Z1. Nástroje, které obrábí neustále v blízkosti vodícího pouzdra mohou s ohledem na malé vyložení nástroje odebírat daleko větší průřez třísky a to při dobré kvalitě obrobeného povrchu, vysoké rozměrové přesnosti a nízké drsnosti povrchu. Najednou lze obrobít tvar povrchu dílců, které by běžný CNC soustruh obráběl postupným soustružením na několik třísek. To výrazným způsobem zkracuje čas obrábění a zvyšuje celkovou produktivitu stroje. [9] [10]

Další výhodou těchto strojů je velmi rychlá výměna nástroje, což umožňují lineární revolvery. U klasického revolverového soustruhu musí nástrojová hlava s nástrojem nejprve odjet do bezpečné vzdálenosti a otočit nástroj do nové polohy a teprve potom přijet k dílci. Koncepce CNC dlouhotočných automatů řeší výměnu nástroje odlišným způsobem, kdy nástrojové držáky umístěné na desce suportu na skřini konají výměnu nástrojů pouhým pojezdem desky suportu v ose Y1. Nástrojové držáky umístěné na upínači nástrojů protivřetení také konají výměnu nástrojů pouhým pojezdem odebíracího vřeteníku v Y2. Nástrojové držáky umístěné v bloku nástrojů protivřetení a jednotka pro obrábění umístěná ze strany úpichu konají výměnu nástroje pouhým pojezdem odebíracího vřeteníku v ose Y2. [9] [10]

Zdvih hlavního vřeteníku v ose Z1 provádí hlavní řezný pohyb. Délka zdvihu vřeteníku neomezuje délku obráběného dílce, protože zdvih vřeteníku lze dle potřeby během obrábění i několikrát opakovat. Při obrábění krátkých dílců lze na jeden zdvih hlavního vřeteníku (na jedno upnutí kleštiny) obrobít a upíchnout až několik dílců. Počet dílců je dán poměrem mezi celkovým zdvihem a délkou jednoho dílce. To šetří čas, který je nutný pro otevření kleštiny, podání tyče a zavření kleštiny. [9] [10]

### 2.2.2 Technické parametry a rozměry stroje

Technické parametry a rozměry stroje Manhurin KMX 626 od firmy Tajmac – ZPS a.s., jsou uvedeny v tabulce číslo 2.2

Maximální rozměr tyče kruhového průřezu	ø 32 mm
Maximální rozměr tyče šestihranného průřezu	27 mm
Maximální rozměr tyče čtyřhranného průřezu	22 mm
Maximální otáčky vřeten	8 200 rpm
Maximální délka obráběného dílce na jeden zdvih	400 mm
Maximální výkon A.C. motoru	5.5 KW
Vrtání vřetene	ø 33 mm
Rychlost rychloposuvu	30m/min
Maximální délka dílce pro odebrání lopatkou	160mm
Pracovní tlak vzduchu v pneumatice	6 bar
Tlak v chladicím systému nástrojů	2 bar
Objem nádrže pro chladicí kapalinu	300 l
Průtok chladicího média	50 l/min
Napětí	3x 400 V 50 Hz
Příkon	32 kVA
Rozměry stroje	3 000 x 1 440 x 2 360 mm
Hmotnost stroje (bez náplní)	4 900 Kg

Tab. č. 2.2 Technické parametry a rozměry stroje [9]

### 2.2.3 Standardní vybavení stroje

Ve standardním vybavení stroje se dodává automatický pasový dopravník třísek a automatický podavač tyčí IEMCA, dále je pak stroj vybaven programovatelnou lopatkou na odebírání hotových dílců. [9] [10]

- **Automatický dopravník třísek :**

Dopravník obsahuje nádrž na chladicí kapalinu a čerpadlo na chladicí kapalinu. Používaná chladicí kapalina ve firmě Josef Kepřt je řezný olej CUT 3.



Obr. č.2.5 programovatelný automatický dopravník třísek[9]

- **Automatický podavač tyčí IEMCA Boss 332**

Automatický podavač tyčí Boss je určen pro automatický přísun tyčí do stroje s pevným nebo pohyblivým vřeteníkem, s číslicovým nebo vačkovým řízením. Podavačem lze podávat tyče, trubky a různé profily. Vodicí kanál je během práce zcela uzavřen, čerpadlo zajišťuje udržování plynulého vnitřního průtoku oleje, čímž se vytváří efekt hydrostatického uložení. Tyto vlastnosti umožňují rotaci tyče a vysoký počet otáček bez vibrací a bez opotřebení povrchu. Odstranění zbytku tyče se provádí pomocí obráceného posuvu tlačné tyče, kdy zbytek tyče spadne do nádoby na zbytky tyčí. Délka zbytku tyče se dá naprogramovat tak aby byl odpad co nejmenší. [9] [10]





Obr. č. 2.6 automatický podavač tyčí IEMCA Boss 332-E[11]

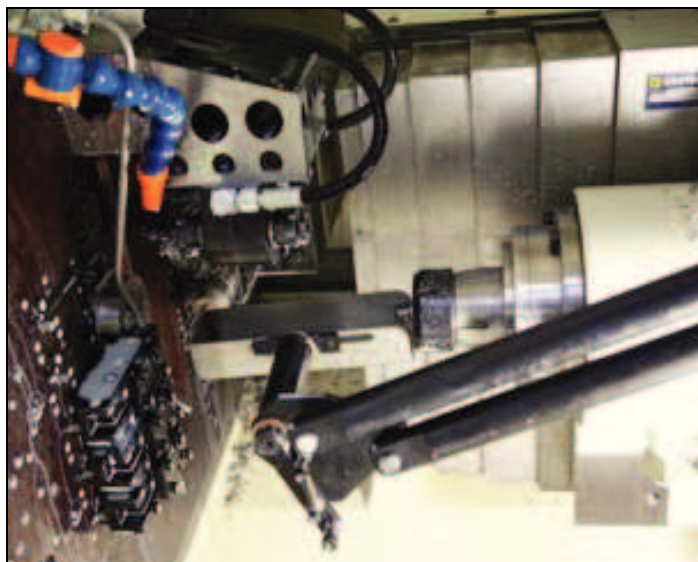
Technické údaje podavače tyčí IEMCA Boss 332 -E

Kulaté tyče	Ø 3 – 32 mm
Šestihranné tyče	3 – 27 mm
Kapacita zásobníku	280 mm
Čas výměny tyče	30 s – model 32
Remnant length	400mm (optional 700)
Rychlost posunu	700 mm/s (nastavitelné)
Zpáteční rychlost	950 mm/s (nastavitelné)
Napětí	230/400 V
Celkový příkon	2 KW
Tlak vzduchu	6 bar (pokud je nezbytné)
Váha podavače	Model 32 – 835 Kg

Tab. č. 2.3 technické parametry podavače tyčí IEMCA Boss 332-E[11]

- **Lopatka na odebírání hotových dílců :**

Pneumatická ovládaná lopatka je řízena M – funkcí. Rameno lopatky je seřiditelné a umožňuje odebírání dílců jak z hlavního, tak i z odebíracího vřetena, podle potřeby obsluhy. Lopatka se dá použít pro dílce do délky 170 mm, delší dílce je možno odvádět středem odebíracího vřetena. Lopatku je možno upravovat podle typu dílce. [9] [10]



Obr. č. 2.7 Lopatka pro odebírání dílců [12]

- **Brzda vřetena**

Elektrovřetena jsou standardně vybavena elektromagnetickou brzdou, tato brzda nemusí být dostatečně tuhá vzhledem k vysoce výkonnému vrtání či frézování poháněnými nástroji. K lepší tuhosti vřetena se doporučuje osadit vřetena kotoučovou brzdou, která má větší tuhost než elektromagnetická brzda. [9]

#### **2.2.4 Programování CNC stroje**

Stroj KMX 626 je vybaven nejnovějším moderním řídicím systémem od japonské firmy FANUC s barevnou obrazovkou 10,4“. Tento systém umožňuje snadné programování v ISO kódech. Veškeré ovládání probíhá v českém jazyce. Přenos programu z počítače je možný komfortně pomocí PCMCIA karty, nebo se dají stroje sesít'ovat pomocí ETHERNETu. Některé složitější tvary se dají programovat pomocí CAM systému GibCam, kdy se dráhy nástroje generují pomocí postprocesoru. [9] [10] [12]

### - Číslicový řídicí systém

Systém NC má řízení, které provádí řízení na základě číslicové (číslo, znak) informace, která je do řídicího systému stroje zadána formou NC programu na přenosovém médiu. Řídicí NC systémy prošly od systémů první generace založených na elektronkových a reléových obvodech, přes polovodiče první generace k současné technologii založené na integrovaných obvodech a mikroprocesorech k NC systémům třetí generace – CNC. Systémy CNC jsou počítačem řízené, charakteristické modulární strukturou a použitím disku (HD – Hard Disc) pro ukládání programů atd. Tyto systémy jsou vybaveny softwarem na vysoké úrovni, který umožňuje programování pomocí podprogramů, cyklů i dialogových režimů. [13][14]

### - Rozdělení programování podle stupně automatizace zpracování vstupních dat

1. Ruční programování
2. Přímé programování CNC systému
3. Automatické (strojní) programování
4. CAD/CAM systémy => CIM

[13][14]

### - Informace potřebné k řízení stroje:

G – dráhová podmínka

M – pomocné funkce

D – korekce

L – určování souřadnic

Technologické informace:

F – posuv

S – otáčky

T – nástroj

[13][14]

- **Členění programu:**

1. Začátek programu (%)
2. Standardní věty (bloky) pro daný řídicí systém a obráběcí stroj
3. Věty pro opracování dané součásti:
  - geometrické věty,
  - technologické věty,
  - smíšené věty,
  - cykly.
4. Podprogramy – mají stejnou strukturu jako hlavní program
5. Konec programu

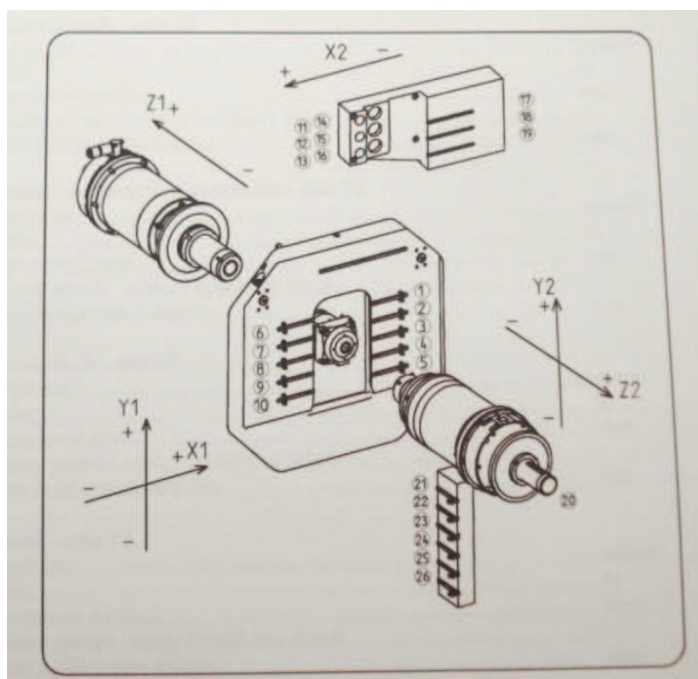
[13][14]

- **Specifické funkce stroje KMX 626**

Elektronické ruční ovládání umožňuje manuální posuv os a automatický posuv os, kdy se dá ručním kolečkem opatrně otestovat program na prvním kuse. Interface podávání tyče včetně signálu konce tyče a signálem zavedení tyče do stroje. Stroj disponuje automatickým zarovnáním nově podané tyče, toto zarovnání zajišťuje podprogram, který je již předvolen v řídicím systému, jen se zde mění průměr tyče podle potřeby. [12]

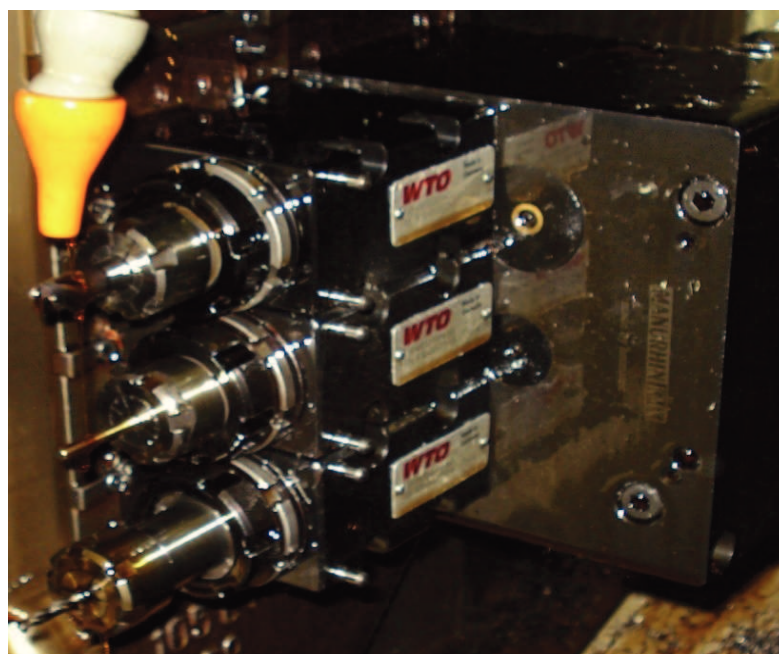
### **2.2.5 Upínání obrobků a nástrojů na stroji**

Upínání nástrojů se rozděluje na upínání osových nástrojů a upínání nástrojů typu soustružnických nožů. Osové nástroje se upínají pomocí kleštiny a matice do držáků, tyto držáky mají broušený kruhový povrch a upínají se do upínacích desek přímo ve stroji pomocí svěrného spoje se šroubem. Poháněné nástroje se také upínají pomocí kleštiny a matice do speciálního držáku, který se upíná do stroje na pozici poháněných nástrojů pomocí šroubů. Nástroje typu soustružnického nože se upínají do držáků, které upnou nože o základně 16 x16 mm, tyto držáky se upínají přímo na desku pro soustružnické nože pomocí šesti šroubů. [9][12]

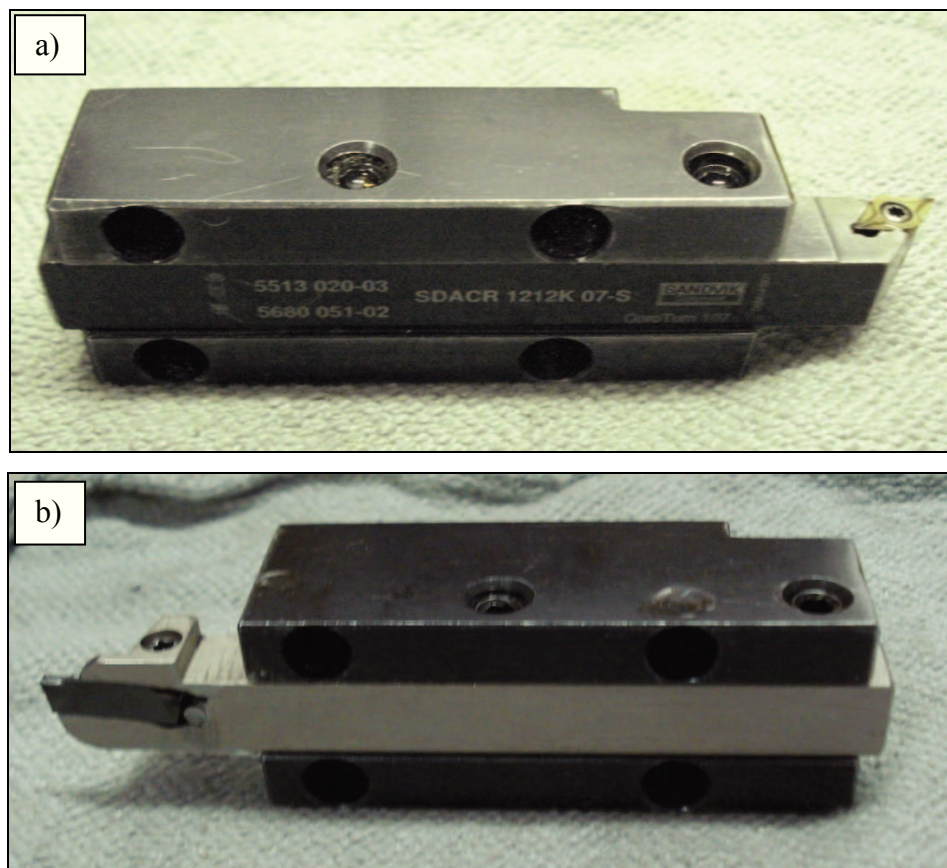


Obr.č. 2.8 orientace programovatelných os a označení pozic nástrojů[10]

### Upínače použité při výrobě zadané součásti

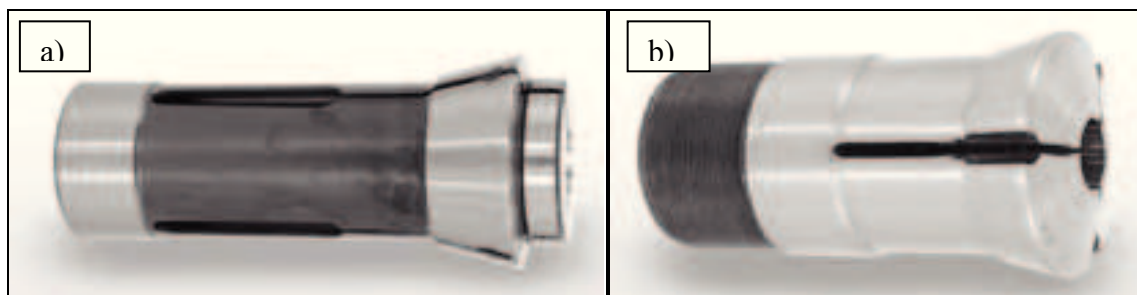


Obr.č. 2.9 Upínače poháněných radiálních nástrojů 10 Nm(při výrobě zadané součásti je zde upnuta speciální tvarová fréza □ 8 mm a vícebřitá válcová fréza □ 12mm)



Obr. č. 2.10 Použité upínače nástrojů typu soustružnického nože a) uběrací nůž  
b) upichovací nůž

Upínání obrobků se realizuje pomocí super přesných kleštin typu 164E(F38) přes složitý pákový mechanismus, který se skládá ze samotné páky a přímočarého pneumotoru s dvěma koncovými čidly. Mechanismus je uložen v obou vřetenech a je plně ovladatelný programem stroje pomocí M funkcí. Upnutí dále zajišťuje vodící pouzdro, které zajišťuje přesné vedení tyče v obráběcím prostoru. Vodící pouzdro je synchronizováno s hlavním vřetenem přes ozubení řemen a proto má stejné otáčky jako toto vřeteno, čímž se zajistí co nejpřesnější vedení tyče. Doporučuje se používat vodící pouzdra z tvrdokovovou vložkou.[8][12]



Obr č. 2.11 Upínací elementy a) upínací kleština 164E b) vodící pouzdro[12].



## 2.3 Měření zadané součásti

Měření zadané součásti se realizuje pomocí posuvného měřidla, profilprojektoru Mitutoyo PJ–A 3000 a měřících přípravků, které dodala přímo firma FAB s.r.o.. Měření probíhá v hodinových intervalech, kdy obsluha stroje přeměří jeden kus a dané měření poznačí křížkem do měřící tabulky.

### 2.3.1 Profilprojektor Mitutoyo PJ–A 3000

Měření zadané součásti na profilprojektoru se realizuje spíše při seřizování stroje, kdy se důkladně součást proměří, než se povolí její hromadná výroba. Dále se využívá profilprojektor, když obsluha stroje objeví nesrovnalost rozměrů součásti při měření posuvným měřidlem a měřícími přípravky. PJ-A3000 se také používá k výstupní kontrole rozměrů součástí, před expedicí zákazníkovi.



Obr.č.2.12 Měřící profilprojektor PJ–A 3000 s počítačovou jednotkou QM-Data 200[15]

## Popis a technické parametry profil projektoru

Stolní přístroj je určen na kontrolu menších a středně velkých obrobků a je vybaven vertikální otočnou matnicí s nitkovým křížem a snadno ovladatelným souřadnicovým měřicím stolem s hrubým a jemným nastavením. Naměřené hodnoty se zobrazují přímo a jasně na digitálním displeji v osách X a Y, tento displej se nachází v úrovni očí a tím zabezpečuje precizní a bezchybné měření. Přístroj disponuje halogenovým osvětlením, které je zabudováno v krytu stroje. Ve standardní výbavě se dodává s digitálním displejem na měření úhlů. Ve firmě Josef Kepřt je přístroj vybaven počítačovou jednotkou QM-Data 200, která zabezpečuje vysoce efektivní zpracování dvourozměrné zpracování dat, což umožňuje měření složitých tvarů. [15][16]

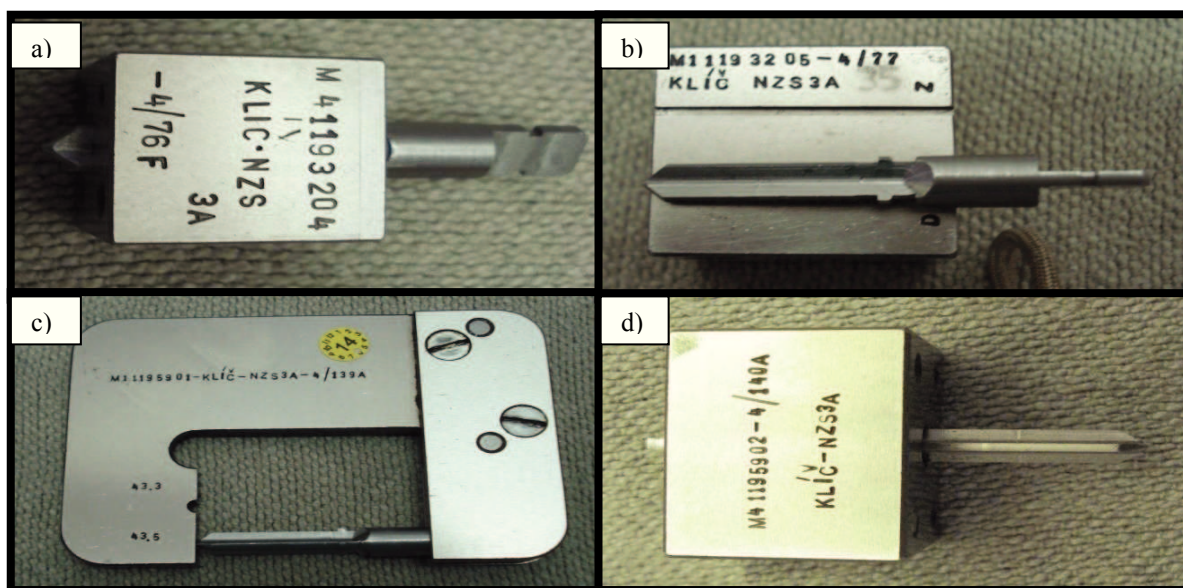
Promítnutý obraz	Obrácený
Využitelný průměr	315 mm/12.4"
Materiál matnice	Jemně broušené sklo
Otočení matnice	$\pm 360^\circ$ , jemný posuv a svorka
Přesnost rozlišení úhlového měření	1' nebo $0.01^\circ$
Zvětšení promítacího objektivu	10X
Vztažné čáry	Nitkový kříž
Zdroj světla	Halogenová žárovka (24V, 150W)
Zaostřování	Manuální
Přesnost rozlišení	0,001 mm/0.0001"
Napájení	220 - 240V AC, 50/60Hz
Posuvový rozsah v ose XY	50 x 50 mm
Největší rozměry stolu v ose XY	152 x 152 mm
Max. zatížení stolu	10 kg
Hmotnost	107 kg

Tab. č.2.2 Technické parametry profilprojektoru Mitutoyo PJ – A 3000[16]



### 2.3.2. Měřicí přípravky

Přípravky na měření dodala firma FAB s.r.o., při zadání výroby součásti s názvem Klíč 11 109 do kooperace. Tyto přípravky firma používala při své staré výrobě. Přípravky se využívají pro rychlé ověření rozměrů součásti v kombinaci s posuvným měřidlem. Měří se jimi tloušťka žebra, poloha žeber po 120°, středová poloha dosedací plochy pro nalisování plastové hlavy klíče a délka od špičky po začátek dosedací ploch



Obr. č. 2.13 Měřicí přípravky a) přípravek na měření polohy drážek po 120°

b) přípravek na měření tloušťky žebra 1.4 mm c) přípravek na měření délky klíče d) přípravek na měření tloušťky 2 mm a polohy dosedacích ploch na hlavě klíče

### 2.4 Žárové zinkování součástí

Poslední operací před expedování součásti zákazníkovi je povrchová úprava žárové zinkování. Operace se realizuje ve firmě MEP Galvanovna, a.s., která sídlí v Postřelmově. Jedná se o běžnou metodu ochrany oceli proti korozi, kde se nanáší ochranné povlaky, které vytvářejí bariéru mezi ocelí a korozním prostředím. Zinek je nejčastěji využívaný kov, který je především v ochraně proti atmosférické korozi schopen zajistit dlouhodobou životnost ocelové součásti.



Obr.č. 2.14 součást po povrchové úpravě žárové zinkování

Způsobů nanášení ochranného povlaku zinku je několik, nejčastěji využívanou technologií je žárové zinkování ponorem. Tato technologie se používá jednak v kontinuálních procesech jako je žárové zinkování pásu nebo drátu, dále na poloautomatizovaných linkách při žárovém zinkování fitinků nebo trubek a při žárovém zinkování různých typů ocelových konstrukcí a součástí v procesu se používá tzv. kusového zinkování. [17][18][19]

Žárové zinkování ponorem je metalurgický proces, při kterém se povlak na ocelové součásti vytváří vzájemnou reakcí základního materiálu výrobku se zinkovou taveninou v lázni. Při reakci kovově čistého povrchu ocele s roztaveným zinkem vznikají postupně slitinové fáze železa a zinku (gama, delta, zéta), ve kterých směrem od rozhraní materiálu povlaku klesá obsah železa. Při vytahování z lázně zůstane na slitinových fázích vrstva čistého zinku (fáze eta). Pokud v průběhu chlazení tato vnější ochranná vrstva zinku nezreaguje se železem, pak povlak zůstane kovově lesklý. Za přítomnosti legujících prvků, které nejsou rozpustné v pevné eta-fázi zinku (cín, olovo), krystalizuje tato povrchová vrstva zinku a vytváří různě orientované krystaly tzv. květy. Povlak s uvedenou strukturou vzniká vždy na neuklidněných ocelích. Pokud je ocel uklidněná křemíkem, což je většina současné produkce ocele, probíhá reakce v průběhu pokovení tímto způsobem pouze tehdy, pokud se křemík a také fosfor nacházejí v rozmezí koncentrací. [17][18][19]

Pokud je koncentrace křemíku a fosforu mimo uvedené meze, není rychlost reakce železa a zinku řízena pouze difuzí, a tudíž nemá parabolický průběh. Tento děj má naopak lineární průběh a jeho rychlost se s časem nezpomaluje. Výsledný povlak je tvořen fázemi v celém svém průřezu, je tlustý více než 120  $\mu\text{m}$ , a má světle až tmavě šedou barvu. Prokázáno je, že zásadní vliv na průběh reakce železa a zinku má forma zeta-fáze, která má buď zhuštěný charakter a transport iontů železa, nutných pro další reakci, se zinkem brzdí, nebo mu neklade žádné překážky, pokud je struktura této fáze rozvolněná. [17][18][19]

Žárové zinkování se většinou provádí v ocelových vanách při teplotě 450 až 470°C. Pouze ve speciálních zařízeních jako jsou keramické vany, lze provádět pokovení při teplotě nad 530 °C, jedná tzv. vysokoteplotní zinkování. Při teplotách vysokoteplotního zinkování zeta-fáze vůbec nevzniká, proto i průběh reakce mezi oběma kovy ztrácí závislost na složení základního materiálu. Vysokoteplotní zinkování se využívá především při pokovení temperované litiny a spojovacího materiálu. Pokud se žárově zinkují drobné díly, pak technologická operace zinkování probíhá v koších a po pokovení následuje odstředění. [17][18][19]

#### 2.4.1 Doba žárového zinkování

Velmi důležitým technologickým parametrem procesu je doba zinkování, jedná se o minimální dobu setrvání součásti v zinkovací vaně, která je potřebná pro vytvoření ochranného povlaku. Po tuto dobu se pokovovaný díl musí ohřát na teplotu roztaveného zinku, musí proběhnout konečné dočištění solemi tavidla a následné pokovení. Ohřátí je závislé na tloušťce a celkové hmotnosti pokovovaného dílu tato závislost prodlužuje celkovou dobu zinkování. Prodloužení doby zinkování nad dobu nezbytně nutnou k proběhnutí reakce železa a zinku má podstatný vliv na tloušťku výsledného povlaku. U ocelí uklidněných křemíkem, kde dochází k lineárnímu průběhu rychlosti reakce železa a zinku platí, že u těchto ocelí významně nevzrůstá tloušťka povlaku s dobou zinkování. Obecně platí, že na tlustším základním materiálu vznikají tlustší povlaky. [17][18][19]

Průběh reakce a kvalita výsledného povlaku včetně tloušťky ovlivňuje i složení zinkové lázně. Obsah nečistot v zinkové lázni kromě železa a cínu nesmí podle ČSN EN ISO 1461 přesahovat 1,5 hm. %. Z technologických důvodů se do lázně přidává Al v koncentracích okolo 0,005 hm. % (snižuje oxidaci povrchu zinkové taveniny). Často se pro zvýšení tekutosti do lázně přidává olovo které vzhledem ke své rozpustnosti v zinku při teplotách zinkování dosahuje maximální koncentrace v zinkové tavenině 1,1 hm. %. Běžná koncentrace v povlaku je 0,6 hm. %. Obdobné vlastnosti jako olovo má v zinkové tavenině i bismut, jehož použití se vzhledem k jeho zdravotní nezávadnosti stále rozšiřuje. Z důvodu snížení rychlosti reakce železa a zinku při pokovení uklidněných ocelí křemíkem se do lázně přidává jako legující prvek nikl v koncentracích 0,05 až 0,06 hm. %. Komerčně se tato slitina nazývá Technigalva a v řadě českých zinkoven se používá. Další používaná slitina je Galveco, která kombinuje uvedené vlastnosti niklu s obdobným působením cínu a bismutu při celkových koncentracích obou prvků do 1,2 hm. %. Tato slitina potlačuje

reaktivitu uklidněných ocelí v širokém rozsahu koncentrací křemíku a fosforu a to až do 0,4 hm. % křemíku. Uvedené legury ovlivňují průběh reakce ocele v zinkové lázni a umožňují snížení teploty zinkování o 5–10 °C, ale nemají podstatný vliv na korozní vlastnosti výsledného zinkového povlaku. [17][18][19]

#### 2.4.2 Úprava povrchu před zinkováním

Stejně jako u všech povrchových úprav ovlivňuje výsledek pokovení v tavenině zinku, kvalita provedení jednotlivých technologických kroků předběžné úpravy, které mají zajistit kovově čistý povrch před pokovováním dílu. Předběžná úprava pro kusové žárové zinkování se skládá z odmaštění, moření v kyselině chlorovodíkové a jednotlivých mezioperačních oplachů. Speciální operací navíc oproti jiným technologiím je nanášení tavidla, které zajišťuje konečné dočištění povrchu oceli před pokovením. Způsob nanášení tavidla rozlišujeme podle technologie žárového zinkování na tzv. suché a mokré zinkování. Při mokré zinkování je tavidlo ve formě taveniny na hladině pokovovací lázně. Suché zinkování využívá vodný roztok solí, do kterého se díly ponoří a voda se následně ještě před vstupem do roztaveného kovu, odpaří v sušárně. Základními složkami tavidla je chlorid zinečnatý a chlorid amonný. Na vlastnosti výsledného povlaku nemá výběr technologie žárového zinkování žádný vliv. [17][18][19]

Uvedené operace předběžné úpravy jsou schopny odstranit běžné zamaštění z výroby a zpracování oceli, rez a okuj. Nečistoty, jako např. barevné značení, silikonová barva proti ulpívání rozstříku při svařování, zbytky strusky po svařování, zbytky formovacích písků a tmely na utěsňování pórů u odlitků, není schopna předběžná úprava v zinkovně odstranit. Proto by se výrobce dílu nebo konstrukce, určené k pozinkování, měl vyhnout použití těchto neodstranitelných prostředků. Pokud to nelze, musí zajistit jejich odstranění před předáním zinkovně. [17][18][19]

### 2.4.3 Výhody žárového zinkování

Zinkový povlak, zhotovený žárovým zinkováním, má oproti zinkovým povlakům, zhotoveným jinými technologiemi, jisté výhody. Slitinové fáze na rozhraní ocel-povlak, které jsou výsledkem metalurgické reakce, jsou příčinou velmi dobré přilnavosti povlaku a významně ovlivňují jeho mechanické vlastnosti. Čistý zinek je měkký kov, ale fáze železa a zinku, které vzniknou při zinkování, mají tvrdost srovnatelnou s podkladovou ocelí, fáze delta je ale dokonce podstatně tvrdší. Tato kombinace dává zinkovému povlaku odolnost vůči otěru a nárazům. Čím je tloušťka slitinových fází a celého povlaku větší, tím jsou více povlaky náchylné k poškození při hrubém mechanickém namáhání. Ve většině případů dochází k prasknutí povlaku uvnitř metalurgických fází, takže i po tomto poškození zůstává na povrchu oceli alespoň několik  $\mu\text{m}$  povlaku. Měřením adhezních sil odtrhovou metodou, bylo na pozinkovaných vzorcích prokázáno, že nejmenší naměřená hodnota, při které došlo k oddělení alespoň části povlaku, dosáhla 10 MPa. Tato přilnavost je dostatečná pro běžnou manipulaci, ale i pro jemné tryskání pod nátěr, pokud jsou dodrženy určité podmínky tryskání a to je nekovový tryskací materiál s velikostí granulí 0,2 až 0,5 mm, pracovní tlak max. 0,35 MPa, vzdálenost trysky 300 až 500 mm, úhel tryskání 30 až 60 °. Obtížné je především dodržet pracovní tlak a velikosti granulí tryskacího materiálu. [17][18][19]

Další výhodou je, že při žárovém zinkování ponorem vzniká povlak žárového zinku všude tam, kde došlo ke kontaktu čistého kovového povrchu s taveninou zinku, tedy i na vnitřním povrchu součástí. Vytvořený povlak je neporézní a rovnoměrný po celém povrchu. Ani na hranách nedochází k jeho ztenčení. Naopak se hrany narůstajícím povlakem žárového zinku částečně zaoblí, proto je zbytečné vyžadovat u dílů, určených pro žárové zinkování, zaoblení hran na poloměr 2 mm. Technologie žárového zinkování naopak vyžaduje dodržování určitých konstrukčních zásad. Jedná se především o zajištění vtokových, výtokových a odvzdušňovacích otvorů u dutých dílů a konstrukcí. Tyto zásady se týkají nejen kvality zinkování vnitřních prostor, ale především zajištění bezpečnosti při žárovém zinkování. Jestliže množství a velikosti otvorů nejsou schopny zajistit odvzdušnění dílu nebo konstrukce, je velké riziko, že dojde při ponoru do roztaveného zinku k výbuchu a roztržení konstrukce nebo alespoň k nedokonalému pokovení. Další co norma zahrnuje jsou hlediska kvality výsledného povlaku a zachování vlastností výrobku. Norma nicméně nepostihuje vše, co může přinést praxe. Proto je třeba méně obvyklá konstrukční řešení předem konzultovat se žárovou zinkovnou. [17][18][19]

#### 2.4.4 Předpisy žárového zinkování

Základní normou, která shrnuje vlastnosti povlaku žárového zinku a způsob jejich kontroly, je norma ČSN EN ISO 14713-1. Stejně jako u jiných povlaků, jsou posuzovanými vlastnostmi vzhled, tloušťka a přilnavost. Vzhled se posuzuje pouze vizuálně pouhým okem nebo s brýlemi. Nepřípustné jsou všechny vady, které by mohly způsobit špatné vlastnosti a omezit životnost výrobku nebo zapříčinit poranění při montáži nebo užití. Povlak musí být souvislý. Nepokovená místa v rozsahu nad 0,5 % celkové plochy povrchu dílu a jednotlivé nepokovené plochy nad 10 cm<sup>2</sup> se nepřipouštějí a pokud nedojde se zákazníkem k jiné dohodě o opravě vady, výrobek musí být znovu pozinkován. V povlaku se nesmí vyskytovat puchýře, hrudky, drsné plochy a ostré hroty. Nepřípustné jsou zbytky tavidla a zinkový popel, protože snižují životnost zinkového povlaku. Naopak výskyt bílé rzi není z hlediska žárového zinku vadou, pokud není příčinou významné snížení tloušťky povlaku. V případě, kdy následuje po pozinkování nátěr, je třeba kvalitu žárového zinku hodnotit z hlediska zhotovení kvalitního nátěrového systému. Požadavky na kvalitu povlaku před nanesením nátěru, povlak by měl být co nejméně znečištěn, aby vyžadoval minimální nároky na očištění, mělo by se minimalizovat poškození povlaku a tím důvody k opravám barvou, proto musí být odstraněny ostré hroty zinku. [17][18][19]

Minimální tloušťky povlaku žárového zinku pro ocel a litinu, pokovenou na závěsech, i pro pokovení s odstředováním, uvádí tabulka č. 2.3. Požadavky na tloušťky, uvedené v normě, jsou všeobecné. Mohou být požadovány i tlustší povlaky, ale pak je třeba ovlivnit proces zinkování výběrem základního materiálu nebo zvýšením reaktivity oceli tryskáním povrchu tento požadavek se však musí projednat dopředu z příslušnou zinkovnou. [17][18][19]

Tloušťka t (mm) a typ materiálu	Minimální tloušťka zinkového povlaku	
	d (μm)	(g/m <sup>2</sup> )
ocel t < 1,5 mm	35	250
ocel t ≥ 1,5 až ≤ 3mm	45	325
ocel t > 3 až ≤ 6mm	55	395
ocel t > 6	70	505
litina t < 6 mm	60	430
litina t > 6	70	50

Tab. č. 2.3 minimální tloušťka zinkového povlaku pro ocel a litinu[18]

Norma nestanovuje žádnou zkušební metodu přilnavosti povlaku. Povlak je považován za přilnavý, pokud při běžné manipulaci nedochází k jeho odlupování. Za běžnou manipulaci není možné považovat jakékoliv následné zpracování pozinkovaných dílů nebo hrubou manipulaci. Důležitým ustanovením normy ČSN EN ISO 1461 je normativní příloha A, která stanovuje informace, předávané mezi zákazníkem a zinkovnou. Pod bodem h) přílohy je uvedeno předání informací o veškerém dodatečném zpracování nebo nanesení dalšího nátěru na zinkový povlak. Zinkovna by měla vědět o tom, že po žárovém zinkování bude následovat nátěr, aby mohla přizpůsobit svou technologii požadavkům normy ČSN EN ISO 12944. Jedním z takových příkladů úpravy technologie je, že by zinkovna měla chladit výrobek na vzduchu a ne v chladicí vodě, která obsahuje nečistoty, protože je třeba zajistit co nejmenší kontaminaci povrchu pro předběžnou úpravu pod nátěr. Také by mělo dojít k dohodě o způsobu oprav eventuálních nepozinkovaných míst. Zinkovna i uživatel by před zhotovením nátěru měli zabránit vzniku bílé rzi. [17][18][19]

## 2.5 Stávající technologický postup

Firma Josef Kepřt nevytváří samotné technologické postupy, z důvodu časové náročnosti. Proto jsem sestavil technologický postup zadané součásti z příslušného CNC programu, který je tvořen v ISO kódech. V této technologii jsou použity čtyři nástroje a to jsou ubírací a upichovací nůž, vícebřitá válcová fréza a speciálně vybroušená tvarová fréza. Výrobní čas jednoho kusu je 59s a za jednu směnu se vyrobí 420 ks Klíče 119 59.

<b>Technologický postup : Klíč 119 59</b>				
Číslo oper.	Pracoviště	Popis práce	nástroj, měřidlo	Parametr $v_c$
1	Manhurin KMX 626	Soustružit čelo+ sražení 80°	Ubírací nůž DCMT 070202VF	113 m.min <sup>-1</sup>
2		Soustružit□ 6 h9 x 26,75 mm	Ubírací nůž DCMT 070202VF	113 m.min <sup>-1</sup>

3	Manhurin KMX 626	Frézování drážek po 120° o délce 29,25 mm	Speciální fréza □ 8 mm	100 m.min <sup>-1</sup>
4		Soustružit □ 7,6 h9	Ubírací nůž DCMT 070202VF	143 m.min <sup>-1</sup>
5	Manhurin KMX 626	Zápichy 2mm a 2.5mm	Upichovací nůž DNG 2002JT	113 m.min <sup>-1</sup>
6		Přechycení + synchronizace otáček		
7	Manhurin KMX 626	Upíchnutí + zápich 1,5 mm	Upichovací nůž DNG 2002JT	113 m.min <sup>-1</sup>
8		Hrana 1x 45°	Ubírací nůž DCMT 070202VF	113 m.min <sup>-1</sup>
9	Manhurin KMX 626	Frézování dosedacích ploch	Fréza □ 12 mm	150 m.min <sup>-1</sup>
10		Vysunutí lopatky a vyhození dílce		
11	Kontrola rozměrů	Kompletní změření součásti	PJ-A 3000 Měřicí přípravky Posuvné měřidlo	

### 2.5.1 Použité nástroje

V této technologii obrábění součásti s názvem Klíč 119 59, se používají osové nástroje pro frézování drážek a dosedacích ploch, dále se zde používají nástroje typu soustružnického nože s základnou 16x16 mm. Použité nástroje v této technologii jsou vícebřitá válcová fréza □ 12mm od firmy Walter, speciální fréza □ 8, kterou vybrousila nástrojárna firmy Klein a Blažek na zakázku podle tvaru drážek na zadané součásti, ubírací nůž Sandvik SDACR 1616K 07S z destičkou Pramet tools DCMT 070202VF a upichovací nůž Iskar DGRT 16B2D32 z destičkou Iskar DNG 2002J.



Obr.č. 2.15 Speciální tvarová fréza □ 8mm





Obr. č. 2.16 Vícebřitá fréza □ 12 mm



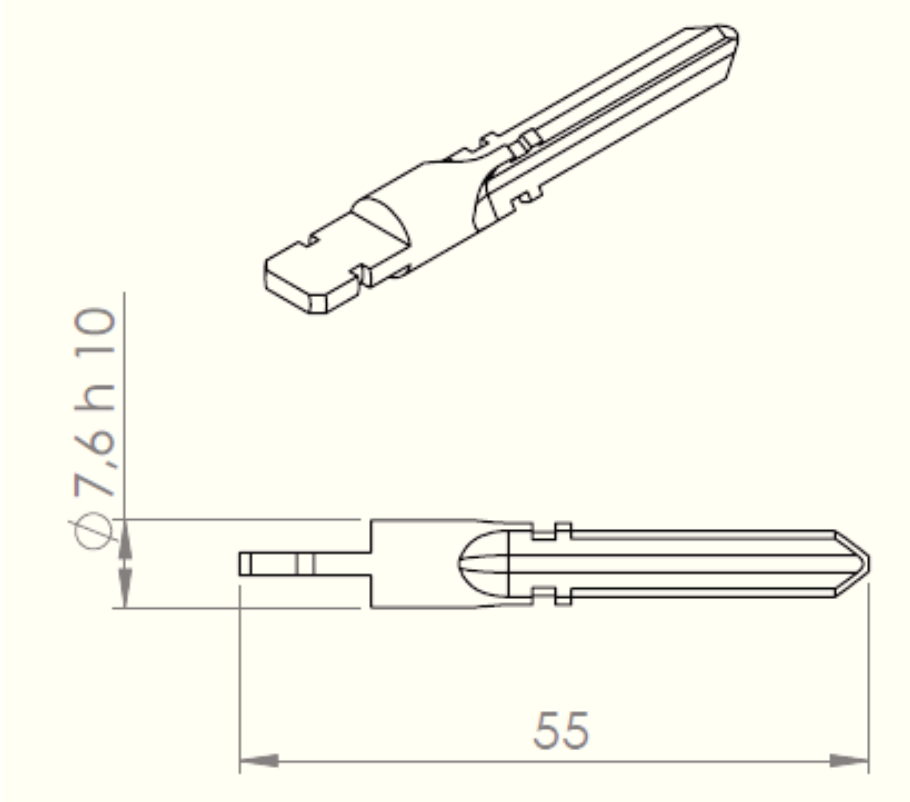
Obr.č. 2.17 Upichovací nůž DGRT 16B2D32 s VBD Iskar DNG 2002J



Obr.č. 2.18 Ubírací nůž Sandvik SDACR 1616K 07S z destičkou Pramet tools DCMT  
0702020VF

### 3. Návrh nového technologického postupu

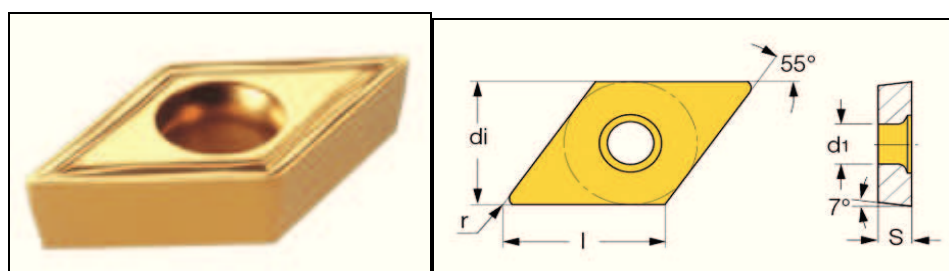
V návrhu nového technologického postupu jsem upravil řezné podmínky, zaměnil jsem jednu VBD na ubíracím noži a mírně jsem upravil CNC program, kde jsem upravil přejezdy a pozice nástrojů. Dále jsem zavedl tabulku pro měření zadané součásti, kde jsou zapsány měřené rozměry a jejich příslušné tolerance. Pro zefektivnění seřizování stroje jsme zavedl seřizovací tabulku, kde jsou zapsány jednotlivé korekce a pozice nástroje, tato tabulka ušetřila seřizovací čas nástrojů ve stroji.

Technologický postup	
Firma : Josef Keprt	Označení programu: Kanál 1: O0314 Kanál 2: O0315
Vypracoval : Bc. Josef Bartášek	Materiál : 11 109(11SMn30)
Název součásti : Klíč 119 59	Polotovar : Tyč KR □ 8 mm x 3000 mm ČSN 42 6510.12
Číslo výkresu : 119 59	Počet kusů : 25 000ks
	

Číslo oper.	Pracoviště:	Popis práce :	nástroj, měřidlo	Parametr $V_c$ ,
1	Manhurin KMX 626	Soustružit čelo+ sražení 80°	T7 - Ubírací nůž DCMT 11304-14	150 m.min <sup>-1</sup>
2		Soustružit $\square$ 6 h9 x 26,75 mm	T7 - Ubírací nůž DCMT 11304-14	150 m.min <sup>-1</sup>
3		Frézování drážek po 120° o délce 29,25 mm	T16 - Speciální tvarová fréza $\square$ 8 mm	110 m.min <sup>-1</sup>
4		Soustružit $\square$ 7,6 h9	T7 - Ubírací nůž DCMT 11304-14	150 m.min <sup>-1</sup>
5		Zápichy 2 mm a 2,5mm	T8 - Upichovací nůž DNG 2002JT	120 m.min <sup>-1</sup>
6		Přechycení + synchronizace otáček		
7		Upíchnutí + zápich 1, 5mm	T8 - Upichovací nůž DNG 2002JT	120 m.min <sup>-1</sup>
8		Hrana 1x45°	T7 - Ubírací nůž DCMT 11304-14	150 m.min <sup>-1</sup>
9		Frézování dosedacích ploch	T15 - Vícebřitá fréza $\square$ 12 mm	160 m.min <sup>-1</sup>
10		Vysunutí lopatky a vyhození dílce		
11	Kontrola rozměrů	Kompletní kontrola rozměru v časovém intervalu 1h podle měřicí tabulky	PJ-A 3000 Měřicí přípravky Posuvné měřidlo	

### 3.1 Použité nástroje

V novém technologickém postupu jsem zvolil stávající nástroje, kromě jedné VBD na ubíracím noži, kde jsem zaměnil VDB od firmy Pramet Tools za Iskar. Důvodem výměny této destičky je její kvalita, která nedosahuje požadované hodnoty. Použitými nástroji jsou, vícebřitá fréza  $\square$  12 mm, která je umístěna na pozici T15 a s korekcí D15, speciální tvarová fréza  $\square$  8 mm, která je umístěna na pozici T16 a s korekcí D16, upichovací nůž s VBD DNG 2002JT ten je umístěn na pozici T8 a s korekcí D08 a posledním nástrojem je ubírací nůž s VBD DCMT 11304-14.



Obr. č.3.1 Navrhovaná VBD DCMT 11304-14 od firmy Iskar[20]

Označení	l [mm]	di [mm]	S [mm]	R [mm]	d1 [mm]	$F_{t \max}$ [mm]	$F_{t \min}$ [mm]	$a_{p \max}$ [mm]	$a_{p \min}$ [mm]
DCMT 11304-14	11,6	9,52	3,97	0,4	4,4	0,14	0,25	1	2,5

Tab.č. 3.1 Rozměry a technologické údaje VBD DCMT 11304-14 [20]

Doporučené řezné podmínky:

Označení	$a_p$ [mm]	$f_t$ [mm]	$v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]
Hodnota	2	0,2	150

Tab.č. 3.1 Doporučené řezné podmínky VBD DCMT 11304-14[20]

### 3.2 Záznamová tabulka pro naměřená data

V záznamové tabulce o měření jsou vypsány všechny požadované rozměry, které se mají důsledně a pečlivě měřit. Do tabulky zapisuje operátor stroje naměřený rozměr, u měření pomocí přípravků zaznamenává, zda měřená součást vyhovuje. Interval měření jsem stanovil po 2 hodinách to znamená, že operátor provede měření 5x za směnu. Zavedením této tabulky jsem pozvedl kulturu a přehled měření, bez této tabulky se jen těžko prokazovala nedůslednost měření operátorovi. V tabulce se dá dohledat, kdy naposledy měřil součást a jaké naměřil hodnoty. Po zavedení tabulky se snížila zmetkovitost výroby klíče a dále se zrychlilo měření. Pomůcky pro kontrolu zadané součásti jsou, profilprojektor PJ-A 3000, posuvné měřidlo a měřicí přípravky.

Záznamová měřicí Tabulka										
Název součásti: Klíč 119 59							Datum:			
Směna Čas [hod]  Rozměr tolerance[mm]	Ranní 6:00	Ranní 8:00	Ranní 10:00	Ranní 12:00	Ranní 14:00	Odpolední 14:00	Odpolední 16:00	Odpolední 18:00	Odpolední 20:00	Odpolední 22:00
$L_{\text{celková}} = 55^{-0,3}$										
$\square 0,7 \pm 0,05$										
$\square 7,6^{-0,058}$										
$\square 6^{-0,03}$										
Sražení $1 \times 45^\circ$										
Zápich $\square 6$										
Šířka zápichu 1,5										
Vzdálenost zápichu 7										
$L = 26,75 \pm 0,05$										
Šířka nákrůžku $1,5^{+0,05}$										

Šířka zápichu 2,5										
Délka drážek po 120 - (29,15)										
$L = 43,5^{-0,2}$										
Přípravek (Šířka žeber)										
Přípravek (Poloha žeber 120°)										
Přípravek (Střed dosedací plochy šířka 2)										
Přípravek (L činné části)										
Podpis Operátora										

Tab. č. 3.2 měřicí tabulka pro součást z názvem klíč

### 3.3 Seřizovací list nástrojů

V seřizovacím listu jsou uvedeny pozice jednotlivých nástrojů a příslušné korekce. Korekce jsou uvedeny v ose X, Y a Z, u osových nástrojů jsem stanovil vyložení nástroje 30 mm, je-li to možné, čímž odpadá seřizování nástrojů při najíždění výroby Klíče. Tato tabulka zjednodušuje a zrychluje kompletní seřízení stroje před zahájením hromadné výroby zadané součásti.

Seřizovací list nástrojů					
Název součásti: Klíč 119 59					
Označení programu – Kanál 1: O0314 Kanál 2: O0315					
Typ nástroje	Pozice	Číslo korekce	Korekce v ose X [mm]	Korekce v ose Y [mm]	Korekce v ose Z[mm]
Ubírací nuž	T7	D7	245,1	2,3	0,6
Upichovací nůž	T8	D8	269,68	-5,5	-3,3
Fréza □ 12mm	T16	D16	90,5	0	97,1
Spec. Fréza □ 8mm	T15	D15	79,8	0	99,9

Tab. č. 3.3 Seřizovací list nástrojů pro součást s názvem Klíč 119 59

## 4. Zhodnocení návrhu nového technologického postupu

V novém technologickém postupu došlo k mírné úpravě řezných podmínek, čímž se zkrátil strojní čas jednoho kusu a v důsledku toho se zvýšil počet vyrobených kusů za jednu směnu a tím došlo ke zkrácení výrobního času jedné výrobní dávky, která obsahuje 10 000 ks. Dále došlo k zmenšení zmetkovitosti zadané součásti zavedením měřicí tabulky, kde jsou uvedeny měřené rozměry a příslušné tolerance. Snížil se seřizovací čas stroje zavedením seřizovacím listem nástrojů. Všechny tyto inovace v novém technologickém postupu vedou k úspoře finančních nákladů.

Konečná rozměrová kontrola součástí před odesláním na konečnou povrchovou úpravu žárové zinkování, se provádí tak, že se s celé výrobní dávky 10 000 ks vybere 30 vzorků a ty se důkladně proměří. Pokud kontrola proběhne v pořádku a vzorky jsou v tolerancích uvedených na výkresové dokumentaci, tak se po povrchové úpravě součástí vybere dalších 30 vzorků a změří se tloušťka povrchové úpravy. V případě, že je tloušťka povlaku dostatečná, tak se součásti zabalí a expedují se zákazníkovi.

### 4.1 Porovnání strojních časů jednoho kusu

Stávající technologie:

Strojní čas jednoho kusu  $t_s = 59 \text{ s}$

Nová technologie:

Strojní čas jednoho kusu  $t_n = 50 \text{ s}$

Úspora času samotného obrábění je rozdíl mezi časy stávající a nové technologie

$$U_{JV} = t_s - t_n$$

$$U_{JV} = 59 \text{ s} - 50 \text{ s}$$

$$U_{JV} = 9 \text{ s}$$

(4.1)

Úspora času pro výrobu jednoho kusu klíče činí 9s

## 4.2 Porovnání seřizovacích času stroje

V novém technologickém postupu došlo k úspoře seřizovacího času za 4 hodin na 3 hodiny u jedné výrobní dávky, což podle kalkulačního listu uvedeného v příloze tvoří úsporu nákladu 500 Kč.

Úspora nákladů na seřízení stroje za 1 rok:

Úspora seřizovacích nákladu na jednu výrobní dávku  $U_{vd} = 500 \text{ Kč}$

Počet výrobních dávek za 1 rok  $P_{vd \text{ rok}} = 12$

$$U_{s \text{ rok}} = U_{vd} \cdot P_{vd \text{ rok}}$$

$$U_{s \text{ rok}} = 500 \cdot 12$$

$$U_{s \text{ rok}} = 6\,000 \text{ Kč} \quad (4.2)$$

Úspora seřizovacích nákladů za 1. rok je 6 000 Kč

## 4.3 Porovnání počtu vyrobených kusu za směnu a čas výrobní dávky

Podle původního technologického postupu se vyrobilo za směnu 420 kusů a podle nového technologického postupu se zvýšil počet na 490 kusů

**Počet směn potřebných k vyrobení jedné výrobní dávky původního tech. postupu  $P_1$ :**

Výrobní dávka  $Vd = 10\,000 \text{ ks}$

Počet kusů vyrobených za směnu  $P_{k \text{ puv}} = 420 \text{ ks}$

Seřizovací čas stroje  $t_{seř} = 4 \text{ hodiny} = 0,5 \text{ směny}$

$$P_1 = \frac{Vd}{p_{s \text{ puv}}} + t_{seř}$$

$$P_1 = \frac{10\,000}{420} + 0,5$$

$$P_1 = 24 \text{ směn a } 3 \text{ hodiny} \quad (4.3)$$

K vyrobení jedné výrobní dávky podle původního technologického postupu je potřeba 24 směn a 2,5 hodiny směny.



**Počet směn potřebných k vyrobení jedné výrobní dávky nového techn. postupu  $P_2$ :**

Výrobní dávka	$V_d = 10\,000\text{ ks}$
Počet kusů vyrobených za směnu	$P_{k\text{ nov.}} = 490\text{ ks}$
Seřizovací čas stroje	$t_{seř} = 3\text{ hodiny} = 0,4\text{ směny}$

$$P_2 = \frac{V_d}{p_{s\text{ puv}}} + t_{seř}$$

$$P_2 = \frac{10\,000}{490} + 0,4$$

$$P_2 = 20\text{ směn a } 6\text{ hodin} \quad (4.4)$$

K vyrobení jedné výrobní dávky podle původního technologického postupu je potřeba 20 směn a 6 hodin směny

**4.4 Porovnání času výrobních dávek**

Porovnáním doby výrobní dávky stávajícího a nového technologického postupu získáme rozdíl  $P_r$ , který nám přinese úsporu a nebo prodloužení výrobního času jedné dávky.

$$P_r = P_1 - P_2$$

$$P_r = 24\text{ směn } 3\text{ h} - 20\text{ směn } 6\text{ h}$$

$$P_r = 3\text{ směny } 5\text{ hodin} = 29\text{ hodin} \quad (4.5)$$

**Úspora hodinových nákladů nové výrobní dávky  $U_{NVD}$** 

Rozdíl výrobních dávek  $P_r = 29\text{ hodin}$

Hodinové náklady stroje  $N_h = 500\text{ Kč}$

$$U_{NVD} = P_r \cdot N_h$$

$$U_{NVD} = 29 \cdot 500$$

$$U_{NVD} = 14\,500\text{ Kč} \quad (4.6)$$

Úspora hodinových nákladů nové výrobní dávky činí 14 500 Kč

## **Závěr**

V práci byla řešena problematika obrábění zadané součásti s názvem Klíč 119 59, na dlouhotočném CNC automatu s názvem Manhurin KMX 626. Byl zde popsán celý stávající technologický postup, kde byly rozebrány technologické přednosti, standardní vybavení a technický popis stroje, dále je zde rozebráno kompletní měření součásti, použité nástroje a upínače, samotné upínání a vedení obrobků a v poslední řadě je zde popsána konečná povrchová úprava žárové zinkování. V práci byl rozebrán stávající technologický postup a byl navržen nový efektivnější technologický postup a v závěrečné části byly ty postupy srovnány.

V návrhu nového technologického postupu jsou navrženy nové řezné podmínky, navržena byla také nová VBD na ubírací nůž. V této části je dále navržena tabulka pro naměřené hodnoty, které zavádí do výroby přehled a preciznost měření a zároveň snižuje zmetkovitost. Poslední zavedenou změnou je zavedení seřizovacího listu nástrojů, kde jsou uvedeny příslušné korekce a pozice nástrojů, po zavedení seřizovacího listu došlo k úspoře seřizovacího času v délce 1 hodiny, seřizovací čas se tak zkrátil ze 4 hodin na 3 hodiny, jelikož odpadlo zaměřování nástrojů. Seřizovací list u osových nástrojů se dá aplikovat jenom když je možné vyložit nástroj do 30mm, u delších nástrojů se musí znovu zaměřovat.

V porovnání nového a stávajícího postupu je vypočítána úspora času na jeden kus, která činí 9s. Jsou zde porovnány seřizovací časy stroje, kde došlo k roční úspoře nákladů na seřízení stroje ve výši 6 000 Kč. Dále jsou zde porovnány stávající doba výrobní dávky a nová doba výrobní dávky, kde došlo k úspoře na jedné výrobní dávce v době 3 směn a 5 hodin, což je 29 pracovních hodin, tímto byly ušetřeny hodinové náklady na stroj ve výši 14 500 Kč.

**Poděkování:**

Děkuji panu Josefu Keprtovi, z firmy Josef Keprt za poskytnuté materiály a cenné rady při řešení diplomové práce, dále Děkuji paní Ing.et Ing.Mgr. Janě Petřů, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při tvorbě diplomové práce.

## Použitá literatura

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění* [online]. Ostrava : Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007 [cit. 2009-1-8]. Scripta electronica. s. 251. Dostupné na WWW: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO/>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [3] KURZ, Heinz-Dieter a Neri SALVADORI. *Theory of production: a long-period analysis*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1995, xx, 571 p. ISBN 05-214-4325-3.
- [4] ALTINTAS, Yusuf a Neri SALVADORI. *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2012, xii, 366 p. ISBN 05-211-7247-0.
- [5] Firma Josef Keprt. [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.keprt.eu/>
- [6] Propagační a podnikové materiály firmy Josef Keprt
- [7] ČSN EN 10277-3. *Lesklé ocelové výrobky - Technické dodací podmínky: Část 3: Oceli automatové*. Český normalizační institut, Březen 2001.
- [8] Přednášky a texty ATeamu: Rozdělení a označení ocelí. [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.ateam.ic.cz/folie.pdf>
- [9] Návod k obsluze a dokumentace stroje KMX 626
- [10] Tajmac - ZPS a.s.: Dlouhotočné automaty. [online]. [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.tajmac-zps.cz/cs/dlouhotocne-cnc-automaty>
- [11] Podajex: podavače tyčí IEMCA. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: [http://www.podajex.cz/?page\\_id=146](http://www.podajex.cz/?page_id=146)

[12] Podnikové materiály firmy Tajmac - ZPS a.s.: Dlouhotočné automaty

[13] JENDEČKA, Karel; ČESÁNEK, Jiří; KOŽMÍN, Pavel. Programování NC strojů. 1. vyd. Plzeň: Tiskové středisko ZČU, 2000. 159 s. ISBN 80 – 7082 – 692 – 4.

[14] ADAMEC, Jaromír; SMOLKOVÁ, Hana. Příklady programů pro číslicově řízené obráběcí stroje. 1. vyd. Ostrava: : ES VŠB – TU, 2004, 72 s. ISBN 80 – 248 – 0250 – 3.

[15] Mitutoyo Česká republika: profilprojektor PJ- A 3000. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.mitutoyo.cz/files/prospekty/prc1162.pdf>

[16] Mitutoyo Česká republika: katalog měřících zařízení. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.mitutoyo.cz/ebook/index-cz.html#/512/zoomed>

[17] Asociace českých a slovenských zinkoven: žárové zinkování základní informace. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.acsz.cz/clanek/zarove-zinkovani-ponorem-zakladni-informace-pro-uzivatele/>

[18] ČSN EN ISO 14713-1. *Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi: Část 1: Všeobecné zásady pro navrhování a odolnost proti korozi*. Evropský výbor pro normalizaci, 2009.

[19] ČSN EN ISO 14713-2. *Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi: Část 2: Žárové zinkování ponorem*. Evropský výbor pro normalizaci, 2009.

[20] Iskar Member IMC Group: katalog nástrojů. [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.iscar.com/Ecat/familyhdr.asp?fnum=72&app=22&mapp=IS&GFSTYP=M&lang=WZ&type=1>.

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Výrobní výkres Klíče 119 59

Příloha č. 2A – CNC program KANÁL 1

Příloha č. 2B – CNC program KANÁL 2

Příloha č. 3 – Kalkulační list původního technologického postupu

Příloha č. 4 – Kalkulační list nového technologického postupu